



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102012902070867
Data Deposito	23/07/2012
Data Pubblicazione	23/01/2014

Classifiche IPC

Titolo

APPARATO E METODO DI VERIFICA DELLA TENUTA E/O DELLA PORTATA DI ELEMENTI O DISPOSITIVI DI EROGAZIONE DI FLUIDI

Apparato e metodo di verifica della tenuta e/o della portata di elementi o dispositivi di erogazione di fluidi

Campo dell'Invenzione

5 La presente invenzione riguarda in generale un apparato ed un metodo di verifica della tenuta e/o della portata di elementi o dispositivi di erogazione di fluidi e in particolare elementi o dispositivi di regolazione della portata di un fluido, come ad esempio valvole o rubinetti.

Stato della tecnica

10 Come è noto, il collaudo di un elemento o un dispositivo di erogazione di un fluido comporta l'effettuazione di prove di tenuta e/o di portata che hanno lo scopo di verificare la presenza di eventuali difetti o malfunzionamenti che compromettono la tenuta contro le perdite di fluido, rendendolo inefficace rispetto alle funzioni per le quali l'elemento o il dispositivo è stato progettato.

15 Le prove vengono effettuate con l'ausilio di appositi apparati di collaudo. Alcuni di questi apparati consentono di verificare, per mezzo di una prova di caduta di pressione, la tenuta degli elementi/dispositivi testati. In particolare, le prove eseguite consentono di verificare la capacità dell'elemento/dispositivo testato a trattenere fluidi in pressione al proprio
20 interno o a garantire che fluidi esterni non penetrino all'interno.

 Una delle più comuni prove di tenuta si basa sull'acquisizione di misure di perdita di pressione di un fluido di prova alimentato all'elemento o dispositivo. Dopo che l'elemento/dispositivo è stato pressurizzato con il fluido di prova, lo stesso elemento/dispositivo viene isolato dalla linea di
25 alimentazione del fluido di prova e successivamente si misura la pressione

residua del fluido nell'elemento/dispositivo dopo un intervallo di tempo prestabilito.

Ad esempio, la prova di tenuta di una valvola per fluidi può essere condotta utilizzando come fluido di prova aria, eseguendo le seguenti fasi in
5 successione temporale:

a) fase di immissione - l'aria viene alimentata alla valvola in prova, attraverso un'apposita linea di adduzione, alla pressione nominale prevista per la valvola stessa;

b) fase di stabilizzazione - la valvola in prova viene isolata dalla linea, ad
10 esempio per mezzo di una valvola di intercettazione; la linea a monte della valvola di intercettazione viene depressurizzata per evitare che aria in pressione possa by-passare la valvola di intercettazione arrivando alla valvola in prova;

c) fase di misurazione - per mezzo di uno strumento di misura si rileva la pressione residua dell'aria nella valvola in prova per un determinato intervallo
15 di tempo e si confrontano i valori di perdita di pressione rilevati con valori di riferimento ritenuti accettabili in base alle tolleranze desiderate;

d) la valvola in prova viene depressurizzata e identificata come scarto o come pezzo conforme in base al confronto effettuato nella fase c).

Negli apparati di collaudo tradizionali la fase a) è attuata azionando un
20 regolatore di pressione operativamente posizionato a monte della valvola di intercettazione lungo la linea di adduzione. E' proprio il regolatore che alimenta l'aria in mandata alla linea di adduzione.

Normalmente durante la fase b) le variazioni di pressione dell'aria all'interno della valvola in prova sono dovute agli effetti termici dell'espansione
25 e alla successiva compressione dell'aria stessa, oppure sono legati al

riempimento di volumi parassiti, quali interstizi fra guarnizioni, interstizi creati da accoppiamenti non sigillati, giochi tra filettature, ecc..

In pratica la fase c) corrisponde a rilevare la variazione di pressione in un intervallo di tempo e confrontare tale variazione con gli andamenti di caduta di
5 pressione corrispondenti alle valvole correttamente assemblate e costruite.

Tuttavia la prova di tenuta svolta con queste modalità presenta un inconveniente non trascurabile: la caduta di pressione nell'intervallo temporale della rilevazione è inversamente proporzionale al volume interno della valvola sottoposta alla prova. In pratica, a parità di altre condizioni di prova, non vi è
10 corrispondenza nella caduta di pressione ΔP rilevata nell'intervallo di tempo t in due valvole di volume interno differente.

Per ovviare a questo inconveniente, tradizionalmente l'apparato di collaudo viene dotato di uno sfiato posizionato nella linea di alimentazione, tra la valvola di intercettazione e la valvola in prova. Lo sfiato mette in
15 comunicazione di fluido la linea di adduzione con l'ambiente. Lo sfiato in pratica consiste in un foro calibrato, o orifizio, per il quale è nota (e certificata da un apposito ente) la portata volumetrica di aria che lo attraversa per diversi valori di pressione dell'aria stessa.

Con questo espediente, a parità di condizioni di prova e, quindi,
20 utilizzando uno stesso foro calibrato, la valvola in prova avente volume minore si svuota prima dell'aria rispetto alla valvola avente volume maggiore. La perdita volumetrica di aria attraverso il foro calibrato è invece indipendente dal volume interno della valvola sotto collaudo, essendo di fatto una portata (volume nell'unità di tempo).

25 Un apparato di collaudo così strutturato può essere messo a punto come

segue. Dopo aver identificato una valvola corrispondente ai requisiti richiesti, e che quindi non presenta abbassamenti di pressione nell'intervallo temporale della prova, viene predisposto il foro calibrato. Eseguita nuovamente la prova sarà possibile misurare la caduta di pressione corrispondente alla perdita volumetrica associata al foro calibrato, che è univoca per ciascun volume della valvola in prova e per ciascuna durata della prova. In questo modo si acquisiscono i valori di riferimento per tutte le successive prove.

In generale gli apparati di collaudo noti sono efficaci solo nella circostanza in cui il volume interno dei pezzi/dispositivi/elementi da collaudare è noto a priori, prima della prova, oppure solo dopo una verifica con foro calibrato.

Scopi e sommario dell'invenzione

E' pertanto uno scopo della presente invenzione quello di mettere a disposizione un apparato di verifica della tenuta di elementi o dispositivi di erogazione di fluidi, in particolare valvole o rubinetti, che consenta di effettuare collaudi precisi anche su elementi/dispositivi il cui volume interno non è noto a priori.

E' un ulteriore scopo dell'invenzione quello di mettere a disposizione un nuovo metodo di collaudo che consenta di superare gli inconvenienti delle soluzioni tradizionali.

In un suo primo aspetto la presente invenzione concerne pertanto un apparato secondo la rivendicazione 1.

In particolare, l'invenzione ha per oggetto un apparato di collaudo di elementi o dispositivi di erogazione di fluidi, ad esempio rubinetti gas o valvole gas, comprendente una linea di adduzione del fluido di prova

all'elemento/dispositivo da collaudare. La linea di adduzione è accoppiabile a tenuta all'elemento/dispositivo da collaudare. Almeno un sensore di pressione è predisposto per rilevare la pressione del fluido di prova nell'elemento/dispositivo da collaudare o nella relativa linea di adduzione.

5 L'apparato comprende inoltre un compressore lineare provvisto di un cilindro in accoppiamento di fluido con la linea di adduzione, a tenuta, e un pistone mobile nel cilindro per spingere il fluido di prova nella linea di adduzione. Opportuni mezzi di rilevazione misurano la corsa effettuata dal pistone, ovvero ne rilevano la posizione istantanea.

10 Vantaggiosamente il compressore di tipo lineare sostituisce il regolatore di pressione e la valvola di intercettazione normalmente previsti a monte della linea di adduzione negli apparati tradizionali.

Oltre alla semplificazione nella struttura dell'apparato, la configurazione descritta sopra consente di ottenere un altro vantaggio funzionale. Essendo
15 noto il volume del compressore lineare ed essendo possibile calcolare il volume di fluido di prova erogato per una data corsa del pistone, si ricava facilmente il volume dell'elemento/dispositivo in prova e la corrispondente perdita (portata) volumetrica.

In pratica l'apparato secondo la presente invenzione sfrutta la nota
20 equazione di stato dei gas perfetti

$$p \cdot V = nRT$$

dove p è il valore della pressione del fluido di prova, R è la costante universale dei gas, n il numero di moli del fluido di prova, T è la temperatura assoluta del fluido di prova e V è il volume occupato dal fluido di prova.

Il volume V occupato dal fluido di prova in un dato istante di tempo è noto grazie al fatto che il volume del cilindro è noto a priori e l'apparato è provvisto di mezzi di rilevazione della corsa del pistone; a sua volta la corsa compiuta dal pistone è indicativa del volume di fluido di prova trasferito nell'elemento/dispositivo in prova.

Preferibilmente un orifizio calibrato mette la linea di adduzione in connessione fluidica con l'ambiente; dell'orifizio è nota la portata volumetrica del fluido di prova che lo attraversa in base alla pressione dello stesso fluido di prova. L'orifizio calibrato viene utilizzato solo per le necessarie operazioni di verifica periodica del corretto funzionamento del sistema.

Preferibilmente i mezzi di rilevazione comprendono almeno un sensore di posizione del pistone o di un relativo albero di azionamento ad esso solidale.

Preferibilmente l'apparato comprende inoltre un'unità elettronica di controllo configurata per raccogliere i segnali generati dall'almeno un sensore di pressione e dai mezzi di rilevazione della corsa del pistone. L'unità elettronica è programmata per elaborare tali segnali e calcolare il volume interno dell'elemento/dispositivo in prova e/o, quando previsto, la perdita volumetrica del fluido di prova attraverso l'orifizio calibrato.

L'unità di controllo preferibilmente funziona in automatico per fornire ad un operatore, in tempo reale, il risultato del calcolo, che consente di discriminare gli elementi/dispositivi corrispondenti ai requisiti qualitativi richiesti dagli elementi/dispositivi da scartare.

Preferibilmente il compressore lineare è motorizzato e il motore è di tipo Brush-less o passo-passo. Questa configurazione consente di imprimere al pistone spostamenti successivi precisi e ripetibili.

Nella forma di realizzazione preferita dell'apparato, il compressore lineare comprende un attuatore lineare configurato per traslare il pistone nel cilindro, alternativamente nei due sensi, in risposta all'azionamento del motore. I mezzi di rilevazione della corsa del pistone comprendono un sensore di posizione, ad esempio un encoder, configurato per rilevare la posizione dell'albero del motore e/o un encoder o un potenziometro lineare configurato per rilevare la posizione dell'attuatore lineare.

Ad esempio l'attuatore lineare è una vite senza fine collegata all'albero del motore e al pistone, oppure è un servocilindro pneumatico con valvole comandate da una scheda elettronica di controllo.

In un suo secondo aspetto la presente invenzione concerne un metodo secondo la rivendicazione 8 per la verifica di tenuta di elementi/dispositivi di erogazione di fluidi quali, ad esempio, rubinetti e valvole.

Il metodo comprende le fasi:

- a) alimentare un fluido di prova, ad esempio aria, nel volume interno dell'elemento/dispositivo da collaudare, fino al raggiungimento della pressione di prova nominale, stabilita prima dell'inizio della prova;
- b) misurare il volume di fluido di prova alimentato durante la fase a);
- c) misurare la caduta di pressione del fluido di prova nell'elemento/dispositivo in un intervallo di tempo di prova nominale;
- d) confrontare la caduta di pressione misurata alla fase c) con una caduta di pressione di riferimento, ritenuta accettabile per quel tipo di elemento/dispositivo in prova, ovvero corrispondente ad un elemento/dispositivo ben costruito e, sulla base di tale confronto, scartare o meno l'elemento/dispositivo.

Preferibilmente il metodo è attuato con l'apparato secondo la presente invenzione e pertanto le fasi a) e b) sono attuate utilizzando il compressore lineare descritto sopra, la linea di adduzione con l'orifizio calibrato e il sensore di pressione.

- 5 Il metodo e l'apparato prevedono le seguenti fasi/operazioni in successione temporale.

Fase di immissione

- 10 Il gas di prova viene alimentato all'elemento/dispositivo in prova attraverso un'apposita linea di adduzione che collega a tenuta la mandata del compressore lineare all'elemento/dispositivo. Il pistone del compressore lineare spinge il gas nella linea di adduzione. In questa fase il gas si comprime nella linea di adduzione e nell'elemento/dispositivo. Il sensore di pressione rileva costantemente la pressione nella linea di adduzione o
- 15 nell'elemento/dispositivo; al raggiungimento della pressione nominale prevista per il collaudo il sensore genera un segnale di disattivazione del compressore lineare.

Fase di stabilizzazione

- 20 L'unità di controllo effettua la lettura dei mezzi di rilevazione della corsa del pistone del compressore e calcolano il volume di gas di prova che è stato alimentato all'elemento/dispositivo in prova dall'inizio del collaudo fino al momento corrispondente al raggiungimento della pressione nominale di prova (il diametro del cilindro è noto a priori). Il motore del compressore lineare viene arrestato per evitare che gas in eccesso sia inviato in mandata e per consentire la
- 25 stabilizzazione.

Fase di misurazione

Il pistone del compressore lineare viene bloccato per impedirne gli spostamenti, in questo modo si può evitare l'uso di una valvola di intercettazione a monte della linea di adduzione. Viene acquisita la lettura del sensore di pressione residua del gas di prova nella linea di adduzione o nell'elemento/dispositivo per tutto l'intervallo di tempo t previsto per la fase di misurazione. Conseguentemente l'unità di controllo calcola la caduta di pressione che si verifica nell'intervallo temporale t .

Solo durante la fase di verifica periodica dell'apparato una portata di prova di gas viene scaricata attraverso l'orifizio calibrato.

Fase di confronto

L'unità di controllo confronta la caduta di pressione rilevata durante il collaudo con una caduta di pressione di riferimento e genera un segnale indicativo dell'idoneità o meno dell'elemento/dispositivo collaudato.

Il compressore lineare può essere azionato una seconda volta durante il collaudo per spingere ulteriormente il pistone e riportare la pressione del gas di prova al valore nominale. In questo modo è possibile calcolare quanto volume di gas di prova è necessario al ripristino della pressione nominale e pertanto si conosce quanto volume di gas di prova è stato perso nell'unità di tempo.

Breve descrizione dei disegni

Maggiori dettagli dell'invenzione risulteranno evidenti dalla seguente descrizione fatta con riferimento agli allegati disegni esemplificativi e non limitativi, nei quali:

- la figura 1 è uno schema di un apparato secondo la presente invenzione;

- la figura 2 è un grafico relativo al funzionamento di un apparato secondo la presente invenzione;
- la figura 3 è una vista in prospettiva di un primo componente di un apparato secondo la presente invenzione;
- 5 - la figura 4 è una vista in sezione del componente mostrato in figura 3;
- la figura 5 è una vista in prospettiva di un secondo componente di un apparato secondo la presente invenzione, alternativo al primo componente mostrato in figura 3;
- la figura 6 è una vista in sezione del componente mostrato in figura 5;
- 10 - la figura 7 è uno schema relativo alla tecnica nota.

Descrizione dettagliata dell'invenzione

La figura 1 è uno schema di un apparato **1** secondo la presente invenzione, comprendente un compressore lineare **2**, una linea **7** di adduzione del fluido di prova, ad esempio aria, ad un pezzo **10** da collaudare per la tenuta.

- 15 Lungo la linea di adduzione **7** sono predisposti un sensore di pressione **8**, configurato per rilevare la pressione istantanea del fluidi di prova nella linea **7** e, quindi nel pezzo **10**, e uno sfiato **9** costituito da un orifizio calibrato, dotato delle caratteristiche tecniche già menzionate.

- 20 Il compressore lineare **2** a sua volta comprende un cilindro **3**, il cui volume è noto, un pistone **4** traslabile al suo interno, alternativamente nei due sensi indicati dalla freccia in figura. Il movimento del pistone **4** è impartito da un attuatore lineare **5** la cui corsa è monitorata da mezzi di rilevazione **6**.

- Il funzionamento dell'apparato **1** prevede l'avvio del compressore **2** per spingere il pistone **4** nel cilindro **3** e alimentare il fluido di prova al pezzo **10** per
25 mezzo della linea di adduzione **7**. Il fluido di prova riempie il pezzo **10** e la

linea 7 e viene compresso dal pistone 4 fino al raggiungimento della pressione di prova nominale P_n (rilevata con il sensore 8).

Segue la fase di stabilizzazione in cui il compressore è inattivo e la pressione del fluido di prova si stabilizza, diminuendo lievemente alla
5 pressione p_{max} , per compensare gli effetti termici della compressione del fluido, il riempimento di volumi parassiti, ecc..

A questo punto il pistone 4 viene fisicamente bloccato nella sua attuale posizione, ad esempio bloccando il relativo attuatore 5. I mezzi di rilevazione 6 forniscono la lettura del volume di fluido alimentato dal compressore 2.

10 Inizia la fase di collaudo. Si rileva con il sensore 8 la caduta di pressione $\Delta p = p_{max} - p_{min}$ corrispondente alla differenza tra la pressione massima rilevata alla fine della fase di stabilizzazione e all'inizio della fase di collaudo e la pressione minima rilevata alla fine della fase di collaudo, la cui durata è prestabilita.

15 Solo durante la fase di verifica periodica una portata di fluido di prova fuoriesce dall'orifizio calibrato 9.

Segue la fase finale di scarico della pressione residua attraverso lo sfiato 11 del pezzo 10.

Alle fasi di immissione, stabilizzazione, collaudo e scarico corrisponde
20 l'andamento qualitativo della pressione indicato nel diagramma pressione/tempo mostrato in figura 2.

Un'unità di controllo dell'apparato, non mostrata nelle figure, elabora il segnale fornito dal sensore 8 e dai mezzi di rilevazione 6 e calcola la perdita volumetrica che si è verificata nel collaudo.

In alternativa è possibile azionare manualmente il compressore per riportare la pressione al valore nominale, verificando direttamente quanto volume è stato perso nel tempo della prova; in questo modo si conosce perfettamente la tolleranza per quel volume o per quella tipologia di pezzo e la
5 si utilizza come valore di riferimento senza più dover ricomprimere l'aria a fine prova. In pratica questa operazione consiste in una calibrazione una tantum dell'apparato rispetto al pezzo in prova.

In entrambi i casi (unità di controllo o attivazione manuale) questo consente, indipendentemente dal volume del pezzo **10**, di confrontare la caduta
10 di pressione Δp con dati di riferimento per verificare la bontà del pezzo **10** e scartare i pezzi **10** difettosi o non corrispondenti agli standard desiderati.

Le figure 3 e 4 mostrano un compressore lineare **2** comprendente un motore **M**, di tipo brush-less, che aziona una vite senza fine **5** cinematicamente connessa al pistone **4**. Le rotazioni impartite alla vite senza fine **5** inducono
15 corrispondenti traslazioni del pistone **4** nel cilindro **3**, a sua volta accoppiabile a tenuta alla linea **7**. I mezzi di rilevazione **6** comprendono il sensore di posizione **12**, ad esempio un encoder, rileva istantaneamente la posizione del pistone **4** rispetto al cilindro **3**.

Le figure 4 e 5 mostrano un compressore **2'** alternativo al compressore **2**.
20 Il compressore **2'** comprende un pistone **4** mobile nel cilindro **3** connesso alla linea **7**. I movimenti del pistone **4** sono comandati da un attuatore pneumatico comprendente a sua volta uno stantuffo **51** mobile nella sede **52** per effetto della pressione e della depressione esercitata dal fluido di comando.

Anche in questo caso un sensore di posizione **12**, ad esempio un encoder, rileva la posizione del pistone **4** e invia un corrispondente segnale all'unità di controllo.

In alternativa il sensore di posizione **12** è applicabile alla vite senza fine **5** o allo stantuffo **51**.

Nel compressore **2** e **2'** i mezzi di bloccaggio del pistone **4** non sono mostrati.

La figura 7 è uno schema di un apparato di collaudo secondo la tecnica nota. A differenza dell'apparato **1**, nella tecnica nota non si utilizza un compressore lineare, ma un regolatore di pressione **100**, valvole di intercettazione **101** e **103** della linea **7** e la valvola di scarico **102**.

Rivendicazioni

1. Apparato (1) di verifica della tenuta e/o della portata di elementi o dispositivi (10) di erogazione di fluidi, quali ad esempio rubinetti o valvole, comprendente:
 - 5 - una linea (7) di adduzione di un fluido di prova ad un elemento/dispositivo (10) da collaudare;
- almeno un sensore di pressione (8) configurato per rilevare la pressione del fluido di prova in detto elemento/dispositivo (10) o in detta linea di adduzione (7);
 - 10 - un compressore lineare (2) provvisto di un cilindro (3) in accoppiamento di fluido con la linea di adduzione (7), e un pistone (4) movibile nel cilindro (3) per spingere il fluido di prova nella linea di adduzione (7), e
- mezzi (6) di rilevazione della posizione del pistone (3).
2. Apparato (1) secondo la rivendicazione 1, in cui il compressore lineare
15 (3) sostituisce il regolatore di pressione (100) e la valvola, o le valvole, (101-103) di intercettazione/sfiato normalmente previsti a monte della linea di adduzione (7).
3. Apparato (1) secondo la rivendicazione 1 o la rivendicazione 2, in cui detti mezzi di rilevazione (6) comprendono almeno un sensore di posizione (12)
20 del pistone o di un relativo albero di azionamento ad esso solidale.
4. Apparato (1) secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, comprendente inoltre un orifizio calibrato (9) che mette la linea di adduzione (7) in connessione fluidica con l'ambiente, dell'orifizio (9) essendo nota la portata volumetrica di fluido di prova che lo attraversa in base alla pressione
25 dello stesso fluido di prova.

5. Apparato (1) secondo la rivendicazione 4, comprendente inoltre un'unità elettronica di controllo configurata per raccogliere i segnali generati dall'almeno un sensore di pressione (8) e dai mezzi (6) di rilevazione della posizione del pistone (4) e programmata per calcolare, sulla base di tali segnali, il volume
5 interno dell'elemento/dispositivo in prova (10) e/o la perdita volumetrica del fluido di prova attraverso l'orifizio calibrato (9).
6. Apparato (1) secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 1-5, in cui detto compressore lineare (2) è motorizzato e il motore (M) è di tipo passo-passo o brushless.
- 10 7. Apparato (1) secondo la rivendicazione 6, in cui detto compressore lineare (2) comprende un attuatore lineare (5) configurato per traslare il pistone (4) nel cilindro (3), alternativamente nei due sensi, in risposta all'azionamento del motore (M) e in cui i mezzi (6) di rilevazione della corsa del pistone comprendono un sensore configurato per rilevare la posizione dell'albero
15 motore del motore e/o un sensore di posizione (12) configurato per rilevare la posizione del pistone e/o dell'attuatore lineare (5).
8. Apparato secondo la rivendicazione 7, in cui detto attuatore lineare comprende una vite senza fine (5) o un meccanismo pneumatico (5').
9. Metodo per verificare la tenuta di un elemento/dispositivo (10) di erogazione di fluidi in prova, comprendente le fasi:
20 a) alimentare un fluido di prova nel volume interno dell'elemento/dispositivo (10) fino al raggiungimento della pressione di prova nominale (p_n);
b) misurare il volume di fluido di prova alimentato durante la fase a);
c) misurare la caduta di pressione (Δp) del fluido di prova
25 nell'elemento/dispositivo (10) in un intervallo di tempo di prova nominale;

d) confrontare la caduta di pressione (Δp) misurata alla fase c) con una caduta di pressione di riferimento, ritenuta accettabile per l'elemento/dispositivo (10) in prova e, sulla base di tale confronto, scartare o meno l'elemento/dispositivo (10).

5 **10.** Metodo secondo la rivendicazione 9, in cui le fasi a) e b) sono attuate utilizzando un compressore lineare (2) provvisto di:

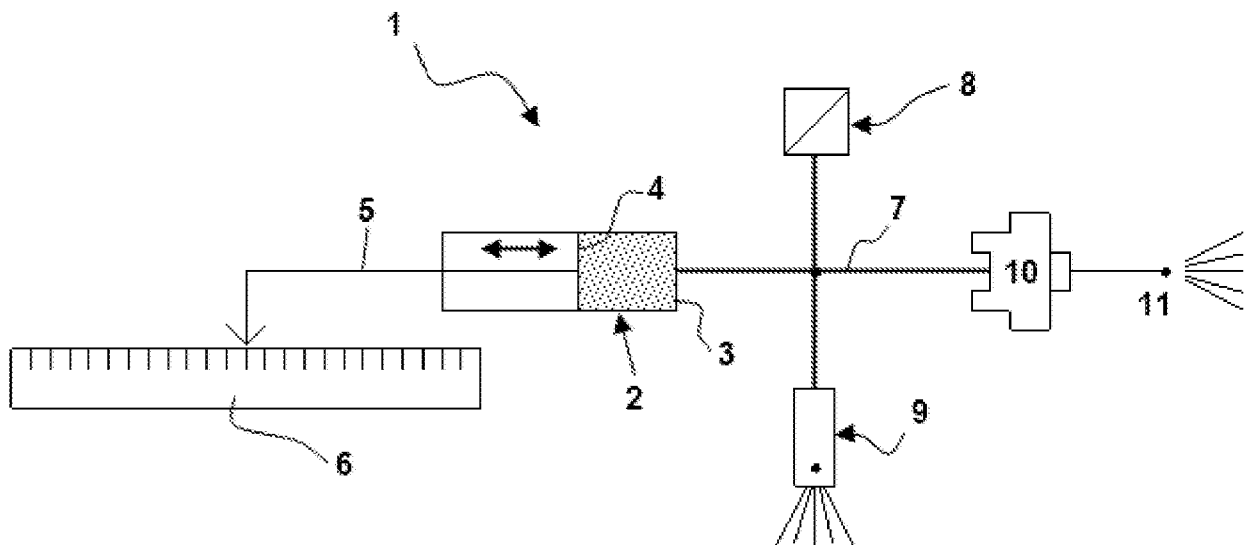
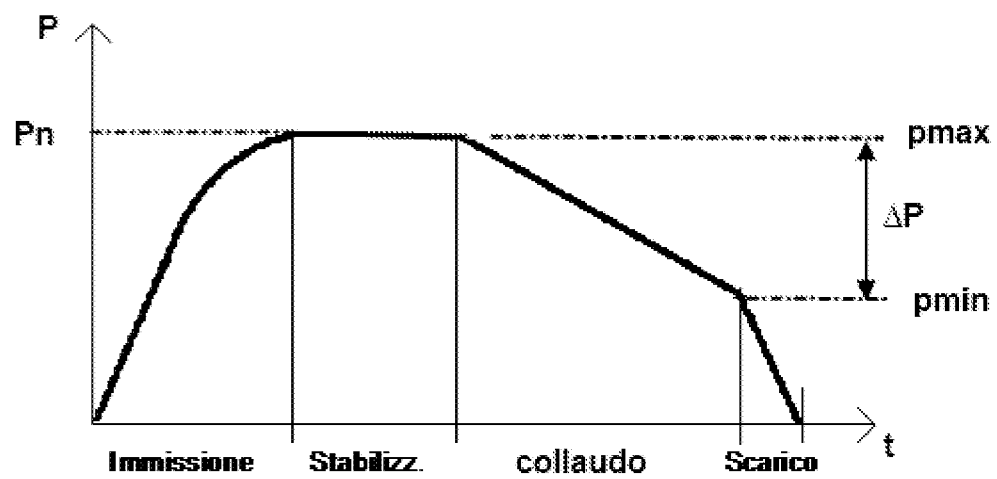
- un cilindro (3) in accoppiamento di fluido con l'elemento/dispositivo in prova,

10 - un pistone (4) movibile nel cilindro per spingere il fluido di prova nell'elemento/dispositivo (10), e

- mezzi (6) di rilevazione della corsa del pistone.

11. Metodo secondo la rivendicazione 9 o la rivendicazione 10, in cui anteriormente alla fase c) è prevista l'ulteriore fase di calibrazione comprendente scaricare in atmosfera una parte del fluido di prova attraverso
15 un orificio calibrato (9) che mette in comunicazione l'elemento/dispositivo con l'atmosfera.

12. Metodo secondo la rivendicazione 11, comprendente l'ulteriore fase di ristabilire la pressione al valore subito precedente alla fase di calibrazione, azionando il pistone (4), e rilevare il corrispondente volume di fluido di prova
20 inserito nell'elemento/dispositivo (10).

**FIG. 1****FIG. 2**

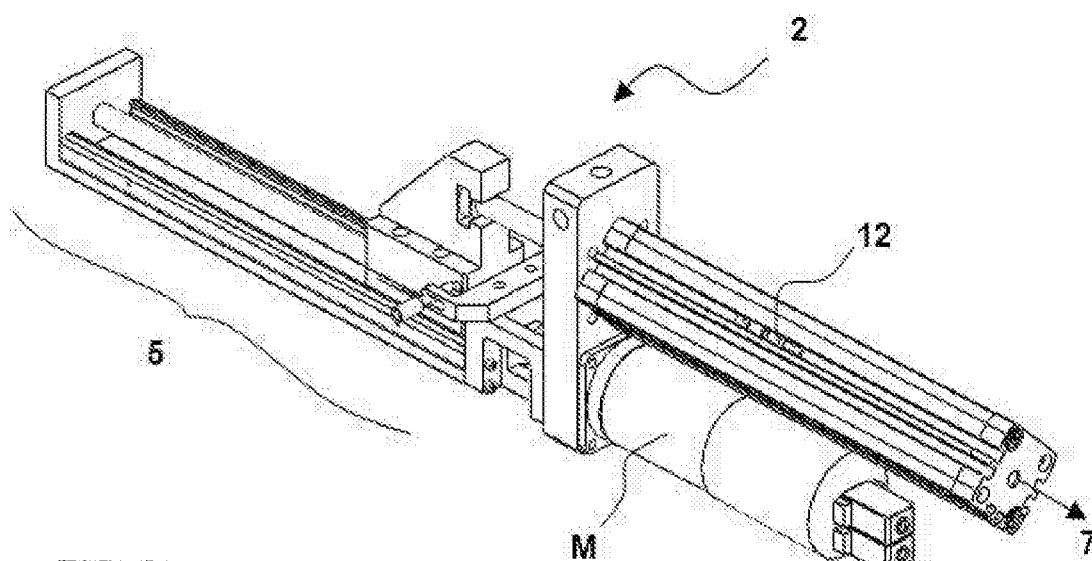


FIG. 3

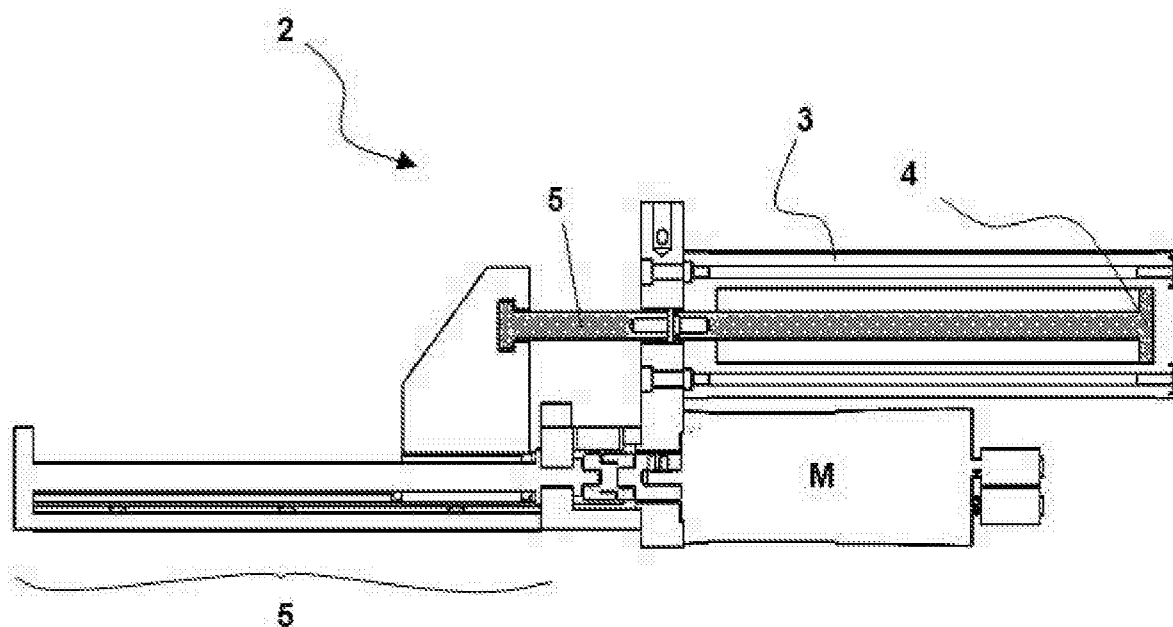


FIG. 4

3 / 4

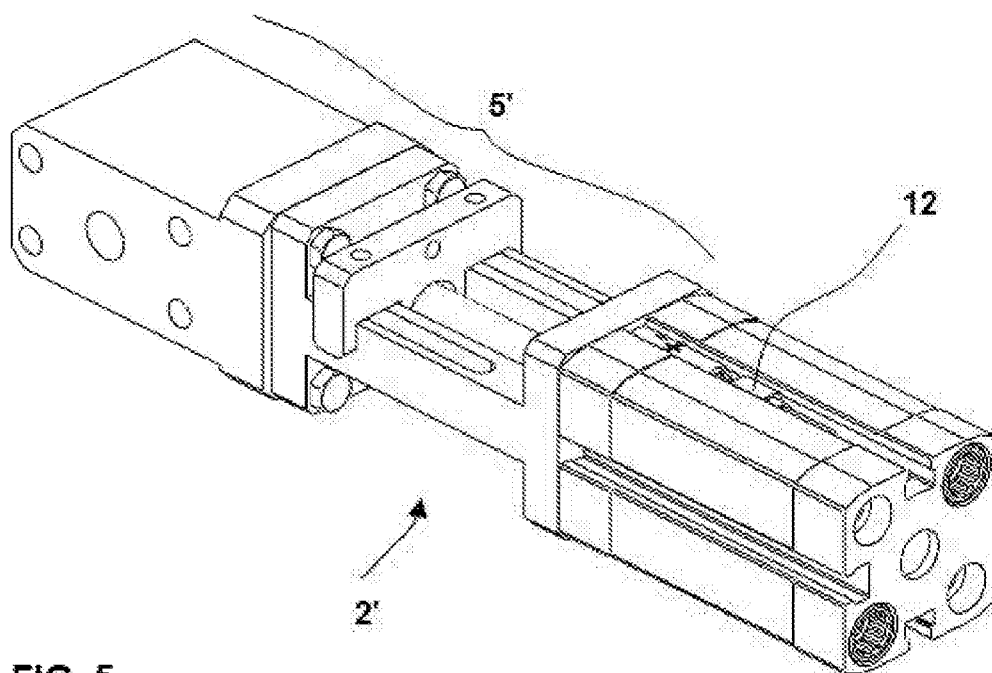


FIG. 5

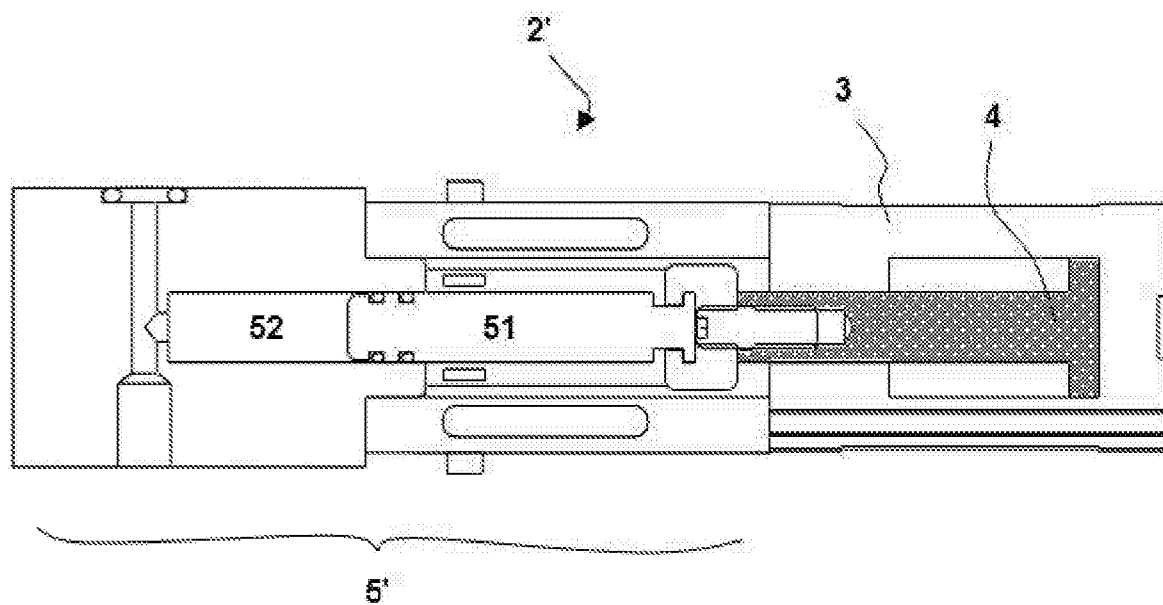
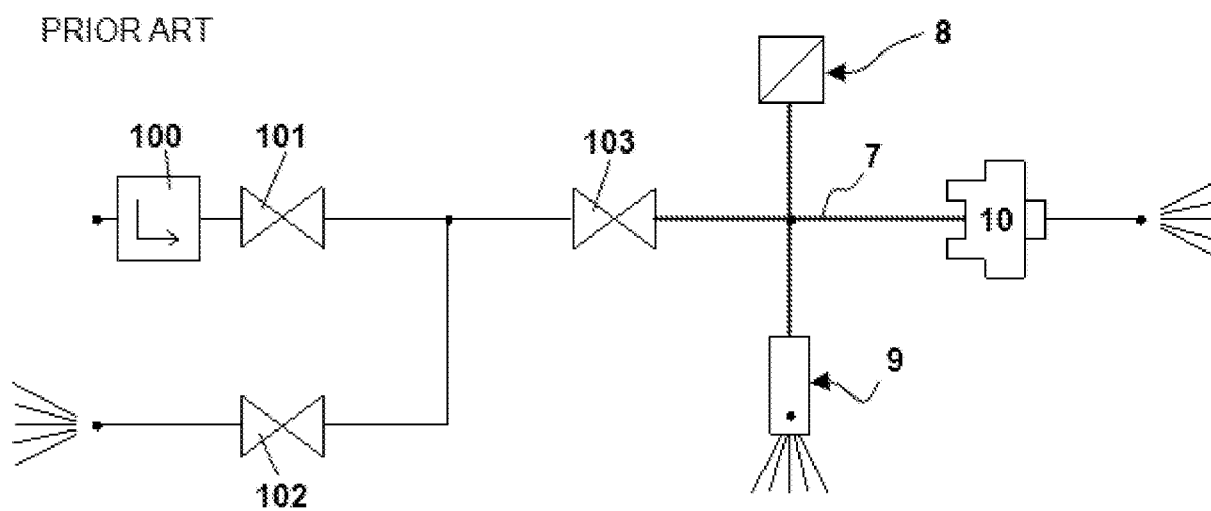


FIG. 6

FIG. 7